

Original document

ELECTRON SOURCES HAVING SHIELDED CATHODES

Publication number: JP2002500809 (T)

Publication date: 2002-01-08

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:


- international: H01J37/073; G03F7/20; H01J1/34; H01J3/02; H01J7/18; H01J27/04; H01J37/06; G03F7/20; H01J1/02; H01J3/00; H01J7/00; H01J27/02; (IPC1-7): H01J1/34; H01J7/18; H01J37/073


- European: G03F7/20T18; H01J3/02B; H01J27/04; H01J37/073


Application number: JP19990500670T 19980423

Priority number (s): US19970863493 19970527; WO1998US08366 19980423

Also published as:

 WO9854750 (A1)

 EP1018140 (A1)

 EP1018140 (A4)

[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

Abstract not available for JP 2002500809 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 9854750 (A1)**

An electron beam source includes a cathode (200) having an electron emission surface including an active area (208) for emission of electrons and a cathode shield assembly (220) including a conductive shield disposed in proximity to the electron emission surface of the cathode. The shield has an opening (222) aligned with the active area. The electron beam source further includes a device for stimulating emission of electrons from the active area of the cathode (200), electron optics for forming the electrons into an electron beam and a vacuum enclosure for maintaining the cathode at high vacuum. The cathode (200) may be a negative electron affinity photocathode formed on a light-transmissive substrate (202). The shield protects non-emitting areas of the emission surface from contamination and inhibits cathode materials from contaminating components of the electron beam source.; The cathode (200) may be moved relative to the opening (222) in the shield so as to align a new active area with the opening. Getter materials and sources of activation material may be incorporated into the shield assembly.



The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes. Description of corresponding document: **WO 9854750 (A1)**

ELECTRON SOURCES HAVING SHIELDED CATHODES Field of the Invention [Translate this text](#)
This invention relates to electron beam sources and, more particularly, to electron sources wherein a shield is positioned in front of a broad area cathode. The shield has an opening aligned with the active area of the cathode to permit emission of electrons into an electron beam column.

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード(参考)
H 0 1 J 1/34 7/18 37/073		H 0 1 J 1/34 7/18 37/073	C

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願平11-500670
 (86) (22) 出願日 平成10年4月23日(1998.4.23)
 (85) 翻訳文提出日 平成11年11月29日(1999.11.29)
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 8 / 0 8 3 6 6
 (87) 国際公開番号 W O 9 8 / 5 4 7 5 0
 (87) 国際公開日 平成10年12月3日(1998.12.3)
 (31) 優先権主張番号 0 8 / 8 6 3 , 4 9 3
 (32) 優先日 平成9年5月27日(1997.5.27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), IL, JP, KR

(71) 出願人 ザ・ボード・オブ・トラステイズ・オブ・ザ・リーランド・スタンフォード・ジュニア・ユニバーシティ
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94305, スタンフォード
 (72) 発明者 バウム, アーロン, ダブリュー
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94103, サンフランシスコ, ナトマ・ストリート 960 アパートメント 3
 (74) 代理人 井理士 竹内 澄夫 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シールドされたカソードを有する電子ソース

(57) 【要約】

電子ビームソースは電子放出用の活性領域(208)を含む電子放出面を有するカソード(200)及びカソードの電子放出面に近接配置された導体シールドを含むカソードシールド組立体(220)を含む。該シールドは活性領域と一列をなす開口部(222)を有する。電子ビームソースはさらに、カソード(200)の活性領域からの電子の放出を刺激するための装置、電子を電子ビームに形成するための電子光学素子及びカソードを高真空中で維持するための真空エンクロージャを含む。カソード(200)は光透過性基板(202)上に形成された負の電子親和力フォトカソードである。シールドは放出面の非放出領域を汚染から保護し、かつカソード材料が電子ビームソースの機器を汚染することを禁じる。カソード(200)は、新しい活性領域が開口部と一列をなすように、シールド内の開口部(222)に関して移動される。ゲッター材料及び活性材料のソースはシールド組立体内に組み込まれる。

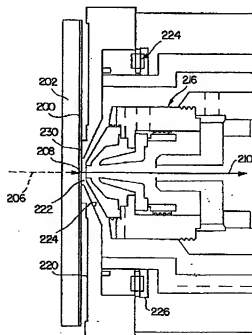


FIG. 4

【特許請求の範囲】

1. 電子ビームソースであって、

電子の放出用の活性領域を含む電子放出面を有するカソードであって、前記放出面は前記活性領域より大きな領域を有する、カソードと、

前記カソードの電子放出面に近接配置された導電シールドから成るカソードシールド組立体であって、前記シールドは前記活性領域と一列をなす開口部を有する、カソードシールド組立体と、

前記カソードの前記活性領域から電子の放出を刺激する手段と、

前記カソードの前記活性領域から放出された電子を電子ビームに形成するための電子光学素子と、

高真空中で前記カソードを維持するための真空エンクロージャと、
から成る電子ビームソース。

2. 請求項1に記載の電子ビームソースであって前記カソードは光透過性基板上の負の電子親和力フォトリソレーションから成り、前記刺激するための手段は光透過基

板を通過して前記フォトリソレーションの活性領域へ光ビームを方向づけるための光ビームジェネレータから成る、ところの電子ビームソース。

3. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールドはモリブデン及びブチルから成る集合から選択された材料から成る、ところの電子ビームソース。

4. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールドは前記カソードの電子放出面との関係で離隔されて載置されている、ところの電子ビームソース。

5. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードに面する前記シールドの表面上にゲッター材料を含む、ところの電子ビームソース。

6. 請求項5に記載の電子ビームソースであって、前記ゲッター材料はセシウム、ジルコニウム・マトリクス・非蒸発ゲッター、チタン及びそれらの組み合わせから成る集合から選択される、ところの電子ビームソース。

7. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードのポテンシャルとほぼ等しいポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

8. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードのポテンシャルより負のポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

9. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードの電子放出面へ活性材料を与えるために活性材料のソースを含む、ところの電子ビームソース。

10. 請求項9に記載の電子ビームソースであって、前記活性材料のソースはセシウムソースから成る、ところの電子ビームソース。

11. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、さらに新しい活性領域が開開口部と一列をなすように前記シールド内の開開口部に関して前記カソードを移動するための手段を含む、電子ビームソース。

12. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、

前記シールド組立体は前記シールド内の開開口部を覆う導体薄膜を含み、前記薄膜は前記活性領域と一列をなすアパーチャを有する、ところの電子ビームソース。

13. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを加熱するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

14. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを冷却するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

15. 電子ビームソースであって、

光透過性基板上の負の電子親和力のフォトカソードであり、前記フォトカソードは伝導帯及び電子放出用の活性領域を含む電子放出面を有する、フォトカソードと、

前記フォトカソードの電子放出面に近接配置されたシールドから成るカソードシールド組立体であり、前記シールドは前記活性領域と一列をなす開口部を有する、カソードシールド組立体と、

前記フォトカソードの伝導帯へ電子を励起するために光ビームを前記光透過基板を通過して前記フォトカ

ソードの活性領域へ方向づけるための光ビームジェネレータと、

前記フォトカソードの活性領域から放出された電子を電子ビームに形成するための電子光学素子と、

前記フォトカソードの伝導帯内の電子が前記フォトカソードに隣接する真空エンクロージャ内の電子より高いエネルギーを有するように、かつ前記フォトカソードの活性領域から真空エンクロージャ内への放出の高い確率を有するように、高真空において前記フォトカソードを維持するための真空エンクロージャと、から成る電子ビームソース。

16. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールドはモリブデン及びスチールから成る集合から選択された材料から成る、ところの電子ビームソース。

17. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記フォトカソードに面する前記シールドの表面上にゲッター材料を含む、ところの電子ビームソース。

18. 請求項17に記載の電子ビームソースであって

て、前記ゲッター材料はセシウム、ジルコニウム・マトリクス・非蒸発ゲッター、チタン及びそれらの組み合わせから成る集合から選択される、ところの電子ビームソース。

19. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記フォトカソードのポテンシャルとほぼ等しいポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

20. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記フォトカソードのポテンシャルより負のポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

21. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前

記フォトカソードの電子放出面へ活性材料を与えるために活性材料のソースを含む、ところの電子ビームソース。

22. 請求項21に記載の電子ビームソースであって、前記活性材料のソースはセシウムソースから成る、ところの電子ビームソース。

23. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、さらに新しい活性領域が開口部と一列をなすように前記シールド内の開口部に関して前記カソードを移動するための移動手段を含む、電子ビームソース。

24. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールド内の開口部を覆う導体薄膜を含み、前記薄膜は前記活性領域と一列をなすアパーチャを有する、ところの電子ビームソース。

25. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを加熱するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

26. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを冷却するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

【発明の詳細な説明】

シールドされたカソードを有する電子ソース

発明の分野

本発明は、電子ビームソースに関し、特に、シールドが広範囲カソードの前方に配置されるところの電子ソースに関する。

発明の背景

高解像度電子ビーム装置は、走査電子マイクロスコブ、欠陥検出ツール、VL SIテストツール、及びマスク形成及びウエハ露出ツールを含む。概して、これらの装置は電子ソース及び電子を電子ビームへ加速するための及び電子をターゲット上で集束させるための電子光学素子を含む。これらの装置は高輝度かつソースサイズの小さい電子ソースを要求する。しばしば電場放出電子ソースが高解像度電子ビーム装置で使用されてきた。

負電子親和力(negative electron affinity (NEA)) フォトカソード電子ソースが従来技術において提案された。該

負電子親和力フォトカソードは、フェルミレベルに関して伝導帯を上げるために大量にPドーピングされた、概してガリウムヒ素のようなIII-V族化合物の半導体を含む。該半導体表面は、バルク内の伝導帯が真空レベルより上（すなわち、負電子親和力状態）であるように、仕事関数を低下させる2～3層の単分子層厚の活性化層で被覆される。R. L. BellによるNegative Electron Affinity Devices, Clarendon Press, New York, 1973に記載されるように、電子が表面の拡散長内（典型的に2、3ミクロン）で光エネルギーにより伝導帯に励起されると、それらのほとんどが真空へ逃げる確率が高いところの表面へ拡散する。

動作中、直径の小さい光ビームはカソードの活性領域を照らし、電子を放出させる。典型的に高輝度電子ソースは、カソード上に小さい活性放出領域を与えることによって達成される。活性放出領域はしばしばカソードの放出表面の全領域と比較して小さい。電子が比較的大きい領域のカソードの比較的小さい活性領域から放出されるところの、このタイプのカソードはここでは広範囲カソードと呼ばれる。

多くの場合、広範囲カソードは汚染に対して非常に敏感でありかつ電子ビームソース内の多くの汚染源に晒されるとき制限された寿命のみを与える。電子ビーム装置内のカソードの交換はしばしば長く危険な処理のため、カソードのより長い時間間隔は重要な技術的利点を表す。

高真空若しくは超高真空装置内で、カソードの汚染はいくつかのソースから生じ、それは、(1)装置の表面からのガスの脱離及び装置内の物体の内側からのガスの拡散から成る通常のガス抜き、(2)表面をたたく電子によってイオンとして及び中性粒子としての両方でガスが開放されるところの電子刺激脱離、及び(3)より貧弱な真空レベルにおいて装置の部品からのガスの逆流を含む。電子ビームカラム内でこれらの3つのソースの全てはカソードを汚染するガスを製造する。電子は放出領域からカラムへ通過しなければならないため、カソードの放出ソースは汚染のソースから物理的に完全にシールドされることはできない。ほとんどのイオンがカソードに達するのをブロックする電場を作ることは可能である。また、カソードと中性汚染物のほと

んどのソースとの間のライン・オブ・サイト(line-of-sight)を除去するべく電子ビームカラム内でセクター磁石を使用することも可能である。しかし、両方のアプローチで、特にセクター磁石はかなり複雑でありかつ装置に対して高価である。

さらに、NEAフォトカソードに伴う問題は典型的にフォトカソード表面を活性化するのに使用されるセシウムに関連する。カソードから電子ビームカラムの他の部品へ移動するセシウムは、絶縁体の電氣的破壊を容易にし、かつほとんどすべての材料の仕事関数を下げ、それによって異なる電圧での両電極間で真空電氣的破壊の危険を増加させる。

従来の電子ビームカラムはカソードを直接的に覆うかなり大きな開口部を有する陽極を利用していた。しかし、印加される電圧及び印加されうる最大電場上の制限のために、陽極とカソードとの距離はカラムからカソードをほとんどシールドしないことが有効であるような距離であり、あらゆる場合において、カソードはアーク、イオン、イオンから放出されたガス、暗電流及び迷光により放出され

た電子から保護されない。

さらに、あらゆるセシウム若しくは他の活性材料はカソード表面の回りの領域内に含まれず、絶縁体が保護されない。

カソードとしてNEA活性フォトエミッタを使用する電子ビームソースを含む走査電子ビーム装置が、1989年4月11日に発行されたLangerらによる米国特許第4,820,927号に開示されている。開示された電子ソース内で、陽極はカソードの上に向けて配置され、その結果強い正電場がカソードの非放出領域に印加される。非放出領域は仮想的に放出領域と同じ汚染に晒される。フォトカソードを利用する電子ビームソースは、1984年7月17日に発行されたOettingerらによる米国特許第4,460,831号、1990年11月13日に発行されたOettingerらによる米国特許第4,970,392号、1991年8月13日に発行されたSmithらによる米国特許第5,039,862号、及び1990年3月6日に発行されたMiyawakiらによる米国特許第4,906,894号に開示されている。

開示された電子ソース内で、カソードの放出及び非放出領域は汚染に晒され、及び絶縁体及び電極表面のような電子ビームソースの機器はカソード材料によっ

て汚染され得る。これらの問題及び欠点が解決されるところの電子ビームソースを与えることが所望される。

発明の概要

本発明にしたがって、電子ビームソースは、電子の放出用の活性領域を含む電子放出面を有する広範囲カソード及び、カソードの電子放出表面に近接配置された導体シールドから成るカソードシールド組立体から成る。シールドは活性領域と一列をなす開口部を有する。さらに、電子ビームソースはカソードの活性領域から電子の放出を刺激するための手段、カソードの活性領域から電子ビーム内へ放出される電子を形成するための電子光学素子、及びカソードを高真空中に維持するための真空エンクロージャから成る。

シールドは放出表面の非放出領域を汚染から保護する。加えて、該シールドはカソード材料が電子ビームソースの機器を汚染することを抑制する。

一つの実施例において、該シールドはカソードのポテンシャルにほぼ等しいポテンシャルで付勢されている。他の実施例において、該シールドはカソードのポ

テンシャルより負のポテンシャルで付勢されている。

好適にカソードは、光透過基板上に形成された負の電子親和力のフォトカソードから成る。この場合、刺激するための手段は、光透過基板を通じて光ビームをフォトカソードの活性領域に方向付けるための光ビームジェネレータから成る。

本発明の特徴に従い、さらに電子ビームソースは、開口部と新しい活性領域が一行をなすようにシールド内で開口部に隣してカソードを移動するための手段を含む。活性領域が汚染されるかさもなければ性能が低下するとき、カソードは一度もしくはそれ以上の回数移動させられる。結果として、カソードの寿命は延長される。

本発明の他の特徴にしたがって、シールド組立体はカソードに面したシールドの面上にゲッター材料(getter material)を含む。該ゲッター材料はセシウム、ジルコニウムマトリクス非蒸発性ゲッター、チタニウム及びそれらの組み合わせから成るグループから選択される。

本発明のさらに他の特徴にしたがって、シールド組

立体は活性材料をカソードの電子放出面に与えるための活性材料のソースを含む。活性材料のソースはセシウムソースから成っても良い。

図面の簡単な説明

本発明をより理解するために、ここに参考として以下の図面が添付されている。

図1は、本発明に従う電子ビームソースを利用する電子ビーム装置の一例のブロック図である。

図2は、図1の電子ビームソース内のフォトカソードの部分断面図である。

図3は、本発明に従うシールドを組み込む電子ビームソースの一例の断面略示図である。

図4は、本発明に従うシールドを組み込む電子ビームソースの実施例の単純化

された断面図である。

図5は、発明の他の実施例を示すカソード及びシールドを表す略示図である。

詳細な説明

本発明に従う電子ビームソースを利用する電子ビーム装置の実施例のブロック図が図1に示されている。フォトカソード10が光透過基板12の表面上に配置され

ている。基板12及びフォトカソード10の部分的拡大図が図2に示されている。フォトカソード10は動作中超高真空環境を維持する真空エンクロージャ14内に配置されている。真空エンクロージャ14は以下に説明されるように、光ビームの透過用の真空窓16を含む。択一的構成において、光透過基板12は真空エンクロージャ壁の一部を形成する。光ビームジェネレータ20は真空窓16及び基板12を通じて光ビームをフォトカソード10の活性放出領域26（図2参照）へ向ける。光ビーム22によってフォトカソード10の活性放出領域26は、真空エンクロージャ14によって画成される真空領域内へ電子を放出する。電子は電子光学素子32によって電子ビーム30へ成形される。

フォトカソード10の活性放出領域26は高輝度を達成するためにフォトカソード10の表面と平行な小さい寸法dを有する。典型的に、活性領域26は大体円形であるが、円形に限定されない。例えば、活性領域26は線の形状でも良く、その場合線の幅が上記寸法dを有する。付加的に、活性領域はフォトカソード10上の所定の模様から成ることもできる。フォトカソード10は図2に

示され上述されたようなひとつの活性放出領域26を有する。変形的に、フォトカソード10は2つ若しくはそれ以上の活性放出領域26を有することもできる。活性放出領域は電子が放出されるところのフォトカソードの領域であるが、放出面は放出領域及び非放出領域を含む。典型的に、フォトカソード10は活性放出領域26と比較して大きい電子放出領域を有する。したがって、非放出領域に対する放出領域の比は小さい。

フォトカソード10の活性放出領域26は2つの方法で画成される。第1のアプローチにおいて、活性放出領域は、光ビーム22によって画成され、及びその直接

的結果である。典型的に、活性領域26の寸法dは光ビーム22の断面直径にほぼ等しい。電子放出の活性領域26はフォトカソード10内の電子の横方向への広がりのため光ビーム22よりいくらか大きい。このアプローチにおいて、光ビーム22の移動によって活性領域26はフォトカソード10に対して移動する。

第2のアプローチにおいて、活性放出領域26はフォトカソード10の表面修正によって予め定められる。例えば、フォトカソード10はアルミニウムのような薄い

ブロック層で被膜され、活性領域26を画成する少なくとも一つの開口部を有する。変形的アプローチにおいて、フォトカソード10は、ひとつ若しくはそれ以上の活性領域を除きその表面領域に渡ってイオン注入に晒される。該イオン注入はフォトカソード材料内に欠点を生成し、それは電子エミッタとしての効果を減少させる。活性領域26がフォトカソードの表面修正によって画成されるとき、電子放出は光ビーム22によって生じる。しかし、活性領域26はフォトカソード10に関する位置に固定される。付加的に、活性領域26が表面修正によって画成されるため、光ビーム22は活性領域26と同じぐらい小さいように要求されない。活性放出領域の模様は表面修正によって予め定められる。一つ若しくはそれ以上のパターン化された活性放出領域は、活性領域へ光ビームを方向付けることによって電子を放出するよう刺激される。さらに、光ビームは、活性領域が汚染させるかさもなければ性能が低下するに従い、異なる活性放出領域へ続けて方向付けられる。

フォトカソード10は負の電子親和力のフォトカソードであってもよい。該フォトカソードはしばしばガリ

ウム砒素のようなIII-V族化合物であって、フェルミレベルに関して伝導帯を上げるために、亜鉛、マグネシウム若しくは炭素のような材料で高濃度pドーパ ($1-5 \times 10^{19}$) された半導体から成る。洗浄された半導体面は2、3の単一層厚の活性層を形成するべくセシウム及び酸素に晒される。活性化層は仕事関数を減少させ、その結果バルクの伝導帯が真空レベルより上であり負の電子親和力の状態である。電子が表面の拡散長(典型的に2、3マイクロメートル)内で価電子帯から伝導帯へ励起されるとき、多くの電子が表面で拡散し、そこでそれらは表面か

ら真空へ逃げる高い確率を有する。

概して、フォトカソードは上で特定された負の電子親和力条件に一致するあらゆる材料である。典型的にフォトカソードは半導体材料である。典型的に、ガリウム、アルミニウム及びインジウムのようなIII族材料並びにリン、砒素及び窒素のようなV族の材料の化合物が使用される。他の適当なNEA材料はダイヤモンド、炭化シリコン、窒化アルミニウム及びp-窒化ガリウムを含む。いくつかのNEA材料は活性層を要求しな

い。変形的に、活性層はセシウムのみ若しくはセシウム及び窒素の三窒化物に晒されることによって形成される。他にポテンシャル的に低い仕事関数材料を使用してもよい。フォトカソード10は好適にはフォトカソード内の電子の横方向の広がりを制限するために非常に薄く、それは活性領域26の寸法を増加させる。カソード10の好適厚さは約1マイクロメートル若しくはそれ以下である。

付加的に、フォトカソード10は、フォトカソードの厚さを通じて電場を作るバンドギャップ傾斜を含む。概してバンドギャップ傾斜はAntypasらにより1971年12月28日に発行された米国特許第3,631,303号に説明されている。該バンドギャップ傾斜はフォトカソード材料の成分内の密度傾斜によって生成される。例えば、アルミニウムガリウム砒化物フォトカソードはその厚さを通じてアルミニウムの変化する密度を有する。フォトカソード材料内の電場の目的はフォトカソード表面に向かう電子を真空に方向付けること及びフォトカソード材料内の電子の横方向への移動を制限することである。示されるように、電子の横方向の移動はフォ

トカソード10の活性放出領域の横方向寸法を増加させる傾向にある。

適当なフォトカソード10の実施例が図2に示されている。非反射被膜40は光透過性基板12の表面に固定される。実質的に基板12は波長若しくは光ビーム22の波長に対して透明でなければならない。好適基板はガラスである。非反射被膜は、基板ガラスとカソード構造との間のインターフェースにおいて照明光の反射を最小にするべく選択された厚さ及び屈折率を有する材料のひとつもしくはそれ以上の層から作られている。適当な非反射被膜は励起波長の4分の1の厚さを有する

シリコン窒化物及びシリコンオキシ窒化物を含む。フォトカソード10は非反射被膜40上の拡散ブロック層42と、それに続く表面活性層46を有する活性層44を含む。好適実施例において、拡散ブロック層42は典型的にほぼ400オングストロームから2〜3マイクロメートルの厚さを有するAlGaAs若しくはAlGaAsP層から成り、それは再結合を促進することなく活性層の伝導帯内の電子の拡散にエネルギー障壁を形成しながら照明波長において吸収を最小化する。活性層は約1マイク

ロメートル若しくはそれ以下の厚さを有するGaAs, GaAsAl, 若しくはInGaAsPから成り、活性層46は2〜3の原子層厚であるCsxOyから成る。

フォトカソードは超高真空中で維持されるため、活性層は汚染されず、また妥当な時間間隔の間元のままを維持する。活性層の汚染はカソードの仕事関数を低下させる効果を減少させ、負電子親和力の状態をかなり減少させもしくは消去する。負電子親和力フォトカソードとの関連で議論された真空レベルは、カソードの表面のすぐ上の電子の最小エネルギーであり、この値以下のエネルギーを有するフォトカソード内の電子は逃げることができず表面にトラップされ、そこでそれは表面にトラップされた電子密度に貢献する。

光ビームジェネレータ20は所望の波長及び強度の光を生成するための光源50及び、フォトカソード10の表面に小さい直径ビームへ光を集束させるための光学素子52を含む。光源50はレーザー若しくは広帯域光源から成る。広帯域光源は、所望の波長若しくは波長の範囲の光を生成するために適当な光学フィルタを含むこともできる。III-V族で作られたフォトカソードに対し

て、典型的に波長は300〜800ナノメートルの範囲内にある。選択された波長は伝導帯へ電子を励起させるためにフォトカソード材料の吸収帯及び、フォトカソードの厚さに依存している。光源50のパワーレベルは比較的低い。典型的に、10ミリワット以下のパワーレベルはフォトカソード10の励起のために要求される。光学素子52は光源50によって生成された光をフォトカソード10において所望の非常に小さい断面寸法を有する光ビーム22へ変換する。上記したように、好適には光ビーム22の断面寸法は約20マイクロメートル以下である。この寸法は、フォトカ

ソード10の活性領域26上の最小の回折制限されたスポットサイズに対して、高い開口率を使って、フォトカソード上のアパーチャのイメージを集束するために2つ若しくはそれ以上のレンズの装置を使用して達成される。光学素子52は真空窓16及び基板12の球面収差に対する補正を組み込むこともできる。球面及び他の収差に対して完全に補正された光学装置に対する公称回折制限されたスポットサイズは、 $\text{直径} = \text{波長} / (2 \times \text{NA})$ であり、ここでNAは開口率であり、それは集束が生じるところの媒体の屈折

率掛けるビームの収束のセミアングルの正弦として定義される。好適な開口率は少なくとも0.5である。

光ビーム22が基板12を通じてフォトカソード10の一方側に透過され、電子ビーム30がフォトカソード10の他方側から放出されるところの図1に示された透過構成は非常に小さい活性領域を達成するのに有利である。特に、透過構成は、光学素子の最終レンズがフォトカソード10の近くに配置されることが及び大きな開口率を有することを許し、したがって光ビーム22が非常に小さい直径を有することを許す。

真空エンクロージャ14は、エンクロージャ14の内部を典型的に 10^{-9} トル以下の超高真空中で維持するために、適当なコンジットを通じて真空ポンプ56若しくは真空ポンプの組み合わせへ結合される。典型的に、要求される真空レベルは 10^{-10} ~ 10^{-11} トルの範囲内にある。光ビーム22が通過する真空窓16は好適には非常に低い光学収差を有する。真空窓16は平坦若しくは光学素子52からの光ビームをさらに集束させるためのレンズの形であってもよい。真空窓16は実質的に光ビーム22の波長に対して透過性でなければならない。真空エンク

ローージャ14はメイン電子ビームカラムから電子ソース領域内へ汚染物を移動する速度を制限するための拡散制限アパーチャ58を含む。電子光学素子32は電子ビーム30を形成するために電極を適当に付勢する電源55へ結合された電極54a、54b及び54cのような一つ若しくはそれ以上の電極を含むこともできる。

電子ビーム30はアパーチャ58を通じてメイン電子ビームカラム60内へ通過する

。電子ビームカラムは、真空エンクロージャ62、半導体ウエハのような処理体を載置するためのステージ64及び電子光学素子66を含む。概して電子ビームカラムは、アプリケーション用に真空を作るために、アプリケーションに対して適当なプローブ内へ電子ビームを形成するために、被処理体を横切ってビームを走査するために、被処理体からばらまかれた電子若しくは他の粒子を集めるために、被処理体及びアプリケーションに要求される他の機能を移動するために、必要なすべての機器を組み込む。電子ビームカラムの設計及び組立用の技術は概して当業者に周知である。

電子ビームソースは、基板12上のフォトカソード10

、光ビームジェネレータ20、真空エンクロージャ14及び電子光学素子32から成る。電子ビームソースは以下に詳しく述べるカソードシールドも含む。電子ビームソースは、フォトカソードの交換用のロードロック（図示せず）及びフォトカソードの熱洗浄及び活性化のための活性化領域（図示せず）のような付加的な特徴を含むことができる。

上記したように、電子放出用のフォトカソード10の活性領域26は光ビーム22それ自身によって、若しくは一つ若しくはそれ以上の予め定義された活性領域を確立するためにフォトカソード10の表面の修正によって確立される。活性電子放出領域を制限するために表面修正を使用する基本理念はフォトカソードの表面若しくは表面構造付近を変更することであり、その結果、電子は予め定義された領域からのみ放出される。高分解能リソグラフィ技術を使用することによって、活性領域は、活性領域を光ビームで画成することによって可能なものより非常に微細な構造を有することができる。例えば、0.1マイクロメートルより小さい電子の放出用の活性領域が組み立てられる。加えて、もし非

放出面上の材料が表面トラップされた電荷を集めかつ除去するのに有効であり、それによって表面トラップされた電子によるカットオフの確率を減少させることは有利である。

ひとつのアプローチは図2の点線で示された、フォトカソード10の表面上に付

着された若しくはその表面付近若しくは表面上の構造体内で成長する金属層70を使用することである。アルミニウムである金属層70は活性放出領域26の所望の寸法dに対応する寸法の開口部を備える。金属層は覆われた領域からの放出をブロックし、裸の半導体材料より効果的にトラップされた電荷を遠くに導く。他の半導体若しくは半金属のような他の材料は、制限された活性領域からの物を除いて電子の放出をブロックするために表面上に付着されるかまたは構造体内で成長する。活性放出領域を画成するためにオーミック接触が使用される。

電子を放出しないフォトカソード10の領域は材料の性質を変化させるためにイオン注入のような他の方法で処理されそれによって電子がこれらの領域から放出されるのが防止される。イオン注入は非放出領域内に

高密度の欠点を生成し、それは電子放出を防止し及び処理領域内に入った表面にドラップされた電子の再結合を早める。

本発明に従って、電子ビームソースはフォトカソードの電子放出面に近接して配置されたシールドを備える。該シールドはフォトカソードの活性放出領域と一列をなす開口部を有し、フォトカソードの放出面に対し離隔関係で配置される。したがって、シールドは上記された汚染源からの汚染に対しフォトカソードの活性放出領域以外のすべてを保護する。さらに、シールドによりカソード活性材料のようなカソード材料が電子ビームカラムの機器を汚染することを防ぐ。好適には該シールドは、活性放出領域が放出表面の全領域の比較的小さい画分であるところの広範囲カソードとともに使用される。したがって、フォトカソード活性放出領域が汚染されるか若しくは性能が劣化するとき、フォトカソードは新しい活性放出領域を画成するために光ビーム及びシールドに関して移動される。カソード移動は広範囲フォトカソードに対し複数回繰り返され、それによってフォトカソードの寿命が延長され

る。

本発明に従うカソードシールド組立体を組み込む電子ビームソースの部分的断面略示図が図3に示されている。広範囲NEAフォトカソード100は上記のように組

み立てられる。該フォトカソード100は活性放出領域104を有する電子放出面102を含む。レーザービームのような光ビーム110は活性放出領域104に方向付けられ、電子を放出する。電子は電子光学素子120によって電子ビーム112内で形成される。典型的に、フォトカソード100は図1及び2との関連で上述したように光透過性基板122上に形成される。動作中、電子は活性放出領域104から放出されるが、放出面102の残りの部分は放出しない。

シールド130は放出領域102に近接して配置される。好適には、シールド130は少なくとも放出面102と同じ大きさの領域を有し、かつ活性放出領域104と一列をなす開口部132を含む。開口部132は活性放出領域104と電子ビームカラムの残りの部分との間に電子ビーム112用のライト・オブ・サイト(light-of-sight)通路を与える。開口部132は少なくとも活性放出領域104と同じ大きさ

でなければならず、活性放出領域104より大きくてもよい。ひとつの実施例において、開口部132は1.5から30マイクロメートルの活性放出領域に対して約1mmの直径を有する。好適には、シールド130は導体材料から組み立てられ、最も好適には高真空中で低い脱ガスによって特徴づけられる導体材料である。適当な材料の例はモリブデン及びスチールを含む。典型的に、シールド130は放出面102と近接して離隔されるが接触しない関係で放出面102と概して平行に配置される。一つの実施例において、該シールド130は放出面102から約0.5mm離隔されている。

シールド130はシールドにバイアス電圧を印加する電圧源138に電気的に結合されている。好適には、該シールド130はフォトカソード100のポテンシャルにほぼ等しいか若しくはフォトカソード100より負のポテンシャルでバイアスされる。シールド130がフォトカソード100に関して負のポテンシャルを有するとき、ストレイライト若しくはいわゆる暗電流放出により電子の放出は抑制される。したがって、シールドとカソードとの間の真空領域において電子シミュレートされた脱離が

避けられる。さらに、カソード上の正電場の不在は仮想的に正イオンがこれらの領域内のカソードを打たないことを保証する。該シールドは、カソードをたたき

それを劣化させたイオンの衝撃を引きつけかつ吸収する。

シールド130は電子ビームカラム内のソースによって生成された汚染物質を活性放出領域104を除く放出領域102に達するのを抑制する。したがって、ほとんどの放出面102は汚染されずに残り、活性放出領域104が汚染され若しくは性能が劣化する後の時間に電子の放出用に使用されてもよい。好適実施例において、フォトカソード100は移動装置150に機械的に結合されている。例えば、移動装置150は、調節ネジ若しくは真空エンクロージャの外部に設置された他の機構へ真空ベローズを通じて結合された軸を含む。択一的に、移動装置150は電気的に作用される配置装置である。活性放出領域104が汚染若しくは他の理由により性能が劣化するとき、移動装置150はシールド130内の開口部132に関してかつ光ビーム110に関してフォトカソード100を移動するために使用される。これによって放出表面102の新生

い領域が活性放出領域になる。この処理は、フォトカソード100の放出面102が効果的に使用されるまで、複数回繰り返される。この手続は、従来技術のフォトカソードに比べフォトカソード100の使用寿命を大きく増加させた。放出面102は活性放出領域を除いて汚染から保護されるため、新しい活性放出領域を使用するべくフォトカソードを移動する手続が可能である。

シールド130の他の利点は、フォトカソードに典型的に使用されてる活性材料に関する。典型的な活性材料はセシウムである。上記したように、セシウムがフォトカソードから逃げかつ電子ビームカラム内の絶縁体及び電極を汚染するとき、アーキングの確率が増加する。シールド130は、フォトカソード100の細い放出領域内でセシウム及び他の活性材料並びにカソードで製造された他のあらゆる汚染物質を含み、電子ビームカラム内の機器の汚染を減少させる。

本発明にしたがって、多くの付加的で有利な特徴がカソードシールド組立体内に組み込まれている。一つの実施例において、放出面102に面するシールド130の表面152は、シールド130とフォトカソード100との間の

空間に達した汚染物質を吸収するためのゲッターリング(gettering)材料を組み込

むことができる。ゲッターリング材料の例として、セシウム、ジルコニウム・マトリクス・非蒸発・ゲッター (NEG) 及びチタンを含む。付加的に、フォトカソード活性材料の一つまたはそれ以上のソースがシールド130上に載置されている。一つの実施例において、通常セシウムチャネルとして周知のセシウムソース156及び158がシールド130上に載置される。セシウムソースはセシウム原子をフォトカソード100の放出面102の方へ方向付ける。加えて、シールド組立体はシールド130上の一つ若しくはそれ以上のヒーターワイヤーのようなヒーター、または冷却溶媒の通過用のシールド130上のコンジットのような活性冷却を組み込むこともできる。これらの特徴は、特定のアプリケーションに対して要求されるように、別々に若しくは組み合わせて利用されることが理解できるであろう。

本発明に従うカソードシールド組立体を組み込む電子ビームソースの実施例が図4に示されている。カソード200は光透過性基板202上に配置されている。光ビーム206はフォトカソード200の活性放出領域208に方

向付けられ、電子を放出させる。放出された電子は電子光学素子216によって電子ビーム210内に形成される。シールド220はフォトカソード200の放出面208に近接して配置される。シールド220は活性放出領域208と一列をなす開口部222を有する。図4の実施例において、シールド220はモリブデンから組み立てられ、かつそこに載置されたセシウム源224及び226を有する。シールド220は電子ビームソースの動作において有利な構造を有する。特に、シールド220はフラストコニカル (frustoconical) 形状である面224を含み、フォトカソード200の方へ内側に傾斜している。開口部222を囲むシールド220の環状部230はフォトカソード200に実際と同じぐらい近接配置されているがフォトカソード200に接触はしていない。この構成は電子ビーム210上のシールド220のあらゆる電子光学的効果を最小化する。

本発明のカソードシールド組立体の他の実施例は図5に説明され、それはカソード及びシールドの単純化された略示表現である。フォトカソード300は光透過性基板302上に配置されている。光ビーム304はフォトカソード300の活性放出領域306へ方向づけられる。シー

ルド310はフォトカソード300に近接配置されている。シールド310はフォトカソード300の活性放出領域306の方向へ内側に傾斜した部分312を含む。傾斜した部分312は薄い導体薄膜320で覆われている開口部を画成する。薄膜320は活性放出領域316と一列をなすアパーチャ322を有する。該アパーチャ322は電子ビームカラムへの電子ビーム324用の通路を与える。薄膜320はダメージを受けたり、異なる直径のアパーチャが所望されるとき交換される。

図4内に示されたタイプの及び上記されたシールド組立体は電子ビームソース内に組み込まれていた。1mmの直径の開口部を有するモリブデンシールドはNEAフォトカソードに近接配置されていた。したがって、放出領域を含む直径1mmの範囲はそれに印加される正電場を有し、電子ビームカラムからの汚染に晒されていた。シールド組立体は上記されたようにセシウムソース及びジルコニウム・マトリクス・NEAゲッターを含んでいた。該シールドはほぼ0.5mmだけフォトカソードから離隔された。活性放出領域はレーザーエネルギーによって照らし出され、約30ナノアンペアの電

子電流を電子ビームカラムに分配した。この装置において、フォトカソードの動作中に、放出は毎時約0.15%の速度で崩壊することがわかった。崩壊を経験した領域はシールド内の開口部（直径1mm）を通じて晒される領域に制限された。この領域の外側において、電子を放出するカソードの能力は減少しなかった。カソードは、直径18mmのカソードに対してカソードの新規な領域からの放出を得るべく、この実施例ではほぼ0.5mmの短い距離のみ移動されなければならないので、寿命は500倍以上延長される。

本発明はここまでNEAフォトカソードとの関係で説明されてきた。しかし、本発明のシールドはあらゆるカソードとともに利用され、フォトカソードに限定されない。例えば、電子放出は適当な電圧の印加によって刺激される。概して、シールドはカソード、典型的に広範囲カソードに近接配置される。このシールドはカソードの活性放出領域と一列をなす開口部を有する。このシールドはカソードの非放出領域を汚染から保護しかつカソード材料を含むので、その結果それらは電子ビームカラムの他の機器の汚染から抑制され

る。カソード寿命は、活性領域からの放出が劣化されるとき開口部に関してカソードを移動することによって非常に延長される。

本発明の好適実施例で考慮されることが示されかつ説明されてきたが、請求の範囲に記載された発明の態様から離れることなくさまざまな変更及び修正が可能であることは当業者には明白である。

【図1】

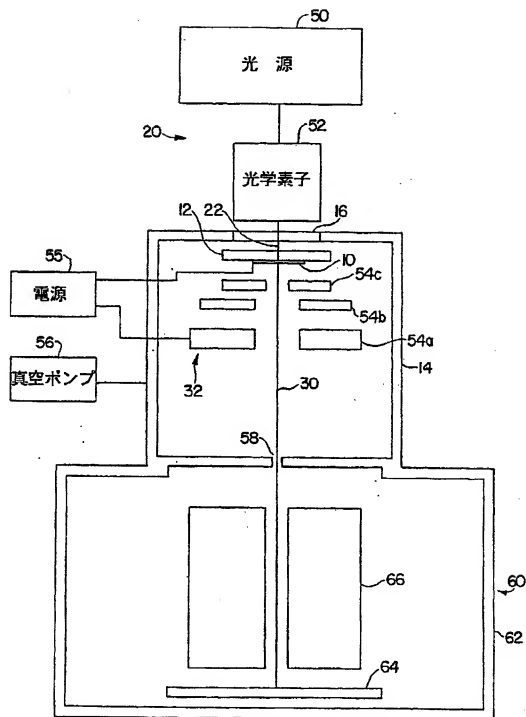


FIG. 1

【図2】

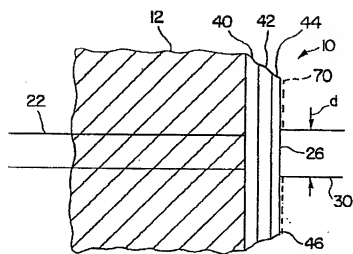


FIG. 2

【図3】

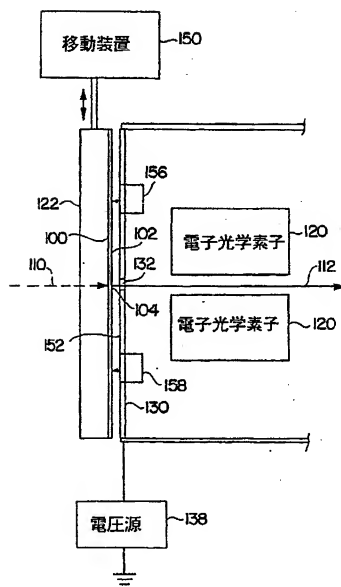


FIG. 3

【図4】

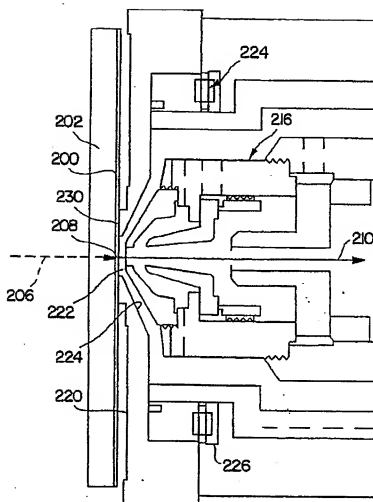


FIG.4

【図5】

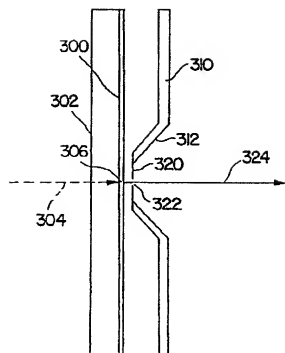


FIG. 5

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】平成10年12月22日(1998. 12. 22)

【補正内容】

請求の範囲

1. 電子ビームソースであって、

電子の放出用の活性領域を含む電子放出面を有するカソードであって、前記放出面は前記活性領域より大きな領域を有する、カソードと、

前記カソードの電子放出面に近接配置された導電シールドから成るカソードシールド組立体であって、前記シールドは前記活性領域と一列をなす開口部を有する、カソードシールド組立体と、

前記カソードの前記活性領域から電子の放出を刺激する手段と、

前記カソードの前記活性領域から放出された電子を電子ビームに形成するための電子光学素子と、

高真空中で前記カソードを維持するための真空エンクロージャと、
から成る電子ビームソース。

2. 請求項1に記載の電子ビームソースであって前記カソードは光透過性基板上の負の電子親和力フォトカソードから成り、前記刺激するための手段は光透過基

板を通過して前記フォトカソードの活性領域へ光ビームを方向づけるための光ビームジェネレータから成る、ところの電子ビームソース。

3. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールドはモリブデン及びスチールから成る集合から選択された材料から成る、ところの電子ビームソース。

4. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールドは前記カソードの電子放出面との関係で離隔されて載置されている、ところの電子ビームソース。

5. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードに面する前記シールドの表面上にゲッター材料を含む、ところの電子ビームソース。

6. 請求項5に記載の電子ビームソースであって、前記ゲッター材料はセシウム、ジルコニウム・マトリクス・非蒸発ゲッター、チタン及びそれらの組み合わせから成る集合から選択される、ところの電子ビームソース。

7. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードのポテンシャルとほぼ等しいポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

8. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードのポテンシャルより負のポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

9. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記カソードの電子放出面へ活性材料を与えるために活性材料のソースを含む、ところの電子ビームソース。

10. 請求項9に記載の電子ビームソースであって、前記活性材料のソースはセシウムソースから成る、ところの電子ビームソース。

11. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、さらに新しい活性領域が開口部と一列をなすように前記シールド内の開口部に関して前記カソードを移動するための手段を含む、電子ビームソース。

12. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、

前記シールド組立体は前記シールド内の開口部を覆う導体薄膜を含み、前記薄膜は前記活性領域と一列をなすアパーチャを有する、ところの電子ビームソース。

13. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを加熱するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

14. 請求項1に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを冷却するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

15. 電子ビームソースであって、

光透過性基板上の負の電子親和力のフォトカソードであり、前記フォトカソードは伝導帯及びその一部として電子放出用の活性領域を含む電子放出面を有する

、フォトカソードと、

前記フォトカソードの電子放出面に近接配置されたシールドから成るカソードシールド組立体であり、前記シールドは前記活性領域と実質的に直接に一例をなす開口部を有する、カソードシールド組立体と、

前記フォトカソードの伝導帯へ電子を励起するために光ビームを前記光透過基板を通過して前記フォトカ

ソードの活性領域へ方向づけるための光ビームジェネレータと、

前記フォトカソードの活性領域から放出された電子を電子ビームに形成する前記フォトカソードの放出面と実質的に直角の方向へ放出された電子を加速するための電子光学素子と、

前記フォトカソードの伝導帯内の電子が前記フォトカソードに隣接する真空エンクロージャ内の電子より高いエネルギーを有するように、かつ前記フォトカソードの活性領域から真空エンクロージャ内への放出の高い確率を有するように、高真空において前記フォトカソードを維持するための真空エンクロージャと、から成る電子ビームソース。

16. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールドはモリブデン及びブスチールから成る集合から選択された材料から成る、ところの電子ビームソース。

17. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記フォトカソードに面する前記シールドの表面上にゲッター材料を含む、ところの電子ビームソース。

18. 請求項17に記載の電子ビームソースであって、前記ゲッター材料はセシウム、ジルコニウム・マトリクス・非蒸発ゲッター、チタン及びそれらの組み合わせから成る集合から選択される、ところの電子ビームソース。

19. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記フォトカソードのポテンシャルとほぼ等しいポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

20. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記フォトカソードのポテンシャルより負のポテンシャルで前記シールドを付勢するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

21. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記フォトカソードの電子放出面へ活性材料を与えるために活性材料のソースを含む、ところの電子ビームソース。

22. 請求項21に記載の電子ビームソースであって

て、前記活性材料のソースはセシウムソースから成る、ところの電子ビームソース。

23. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、さらに新しい活性領域が開口部と一列をなすように前記シールド内の開口部に関して前記カソードを移動するための移動手段を含む、電子ビームソース。

24. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールド内の開口部を覆う導体薄膜を含み、前記薄膜は前記活性領域と一列をなすアパーチャを有する、ところの電子ビームソース。

25. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを加熱するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

26. 請求項15に記載の電子ビームソースであって、前記シールド組立体は前記シールドを冷却するための手段を含む、ところの電子ビームソース。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US98/08366

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : H01J 40/06 US CL. : 313/542 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 313/542, 541, 544, 539, 524, 530, 523, 336, 309, 351; 250211R, 214VT, 492.2, 492.24 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4,820,927 (LANGNER et al) 11 April 1989, see the entire document.	1-8, 12-20, 24-26
Y	US 5,594,296 (MITSUTAKE et al) 14 January 1997, see the abstract and the drawings.	1-8, 12-20, 24-26
A	US 4,460,831 (OETTINGER et al) 17 July 1984, see the entire document.	1-26
A	US 5,039,862 (SMITH et al) 13 August 1991, see the entire document.	1-26
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents "A" documents defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier documents published on or after the international filing date "L" documents which may throw doubts on priority claim(s) or which is/are used to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" less documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited in understandable principle or theory underlying the invention "X" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or obvious by considering the document or documents alone "Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combinations being obvious to a person skilled in the art "A" documents member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 MAY 1998		Date of mailing of the international search report 27 JUL 1998
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer: <i>Nimesh Kumar D. Patel</i> NIMESHKUMAR D. PATEL Telephone No. (703) 305-4900

フロントページの続き

(72)発明者 シュナイダー、ジェームス、イー、ジュニア
アメリカ合衆国オハイオ州45014、フェア
フィールド、グレゴリアン・ドライブ
445